

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-010985

(43)Date of publication of application : 14.01.1997

(51)Int.Cl.

B23K 31/00  
B23K 9/00  
B23K 9/04  
B24C 1/10  
B24C 11/00  
// C21D 7/06

(21)Application number : 07-161751

(71)Applicant : HITACHI LTD  
TOKYO ELECTRIC POWER CO INC:THE

(22)Date of filing : 28.06.1995

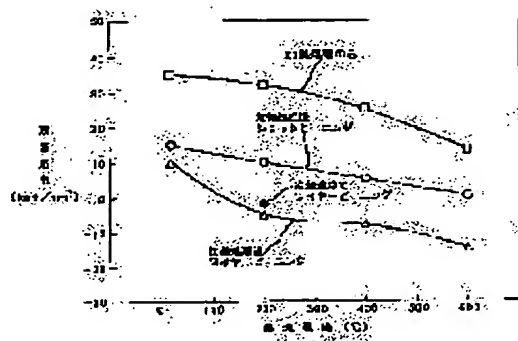
(72)Inventor : USAMI KENICHI  
TAKAYASU HIROSHI  
BANDAI TOSHIHIKO  
ASHIZAWA KOJI  
NAKAZAWA SATOSHI

## (54) HYDRAULIC TURBINE MEMBER AND ITS WELDING METHOD

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent cold cracks of a cladding layer and to improve fatigue strength, in a hydraulic turbine member with a layer of cladding by welding, by affording a specific weld layer to a residual tensile stress of the last weld layer.

**CONSTITUTION:** In a hydraulic turbine member with two base materials welded each other or with a cladding by welding on the surface of a base material, the weld layer is such that the surface residual stress is not more than 10kgf/cm<sup>2</sup> on the surface of the last weld layer. The surface of the last cladding layer after welding is given a peening treatment at 100-600° C. This peening treatment is carried out either by a cooling process after the cladding or by reheating after cooling to the room temperature. As a result, the residual stress can be reduced which is produced on the surface of the cladding member. In addition, with cold cracks prevented on the cladding layer, a fatigue strength is improved in a welding joints for members of rotary apparatus.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-10985

(43) 公開日 平成9年(1997)1月14日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 31/00			B 2 3 K 31/00	F
9/00	5 0 1	8315-4E	9/00	5 0 1 G
9/04		8315-4E	9/04	P
B 2 4 C 1/10			B 2 4 C 1/10	A
11/00			11/00	D
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平7-161751

(22) 出願日 平成7年(1995)6月28日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000003687

東京電力株式会社

東京都千代田区内幸町1丁目1番3号

(72) 発明者 宇佐美 賢一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 高安 博

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水車部材及びその溶接方法

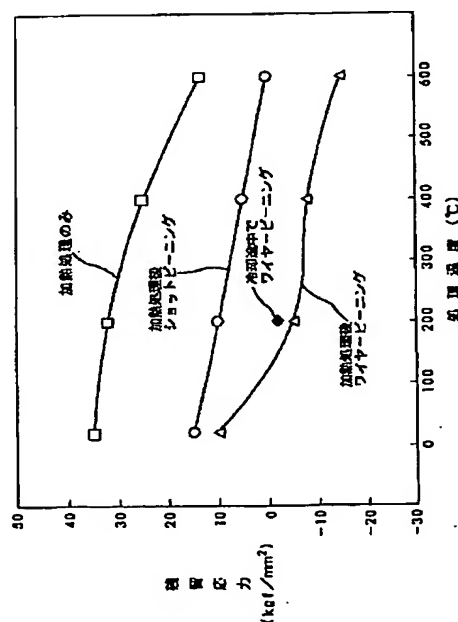
(57) 【要約】

【目的】 2つの母材を互いに溶接接合される水車部材又は母材表面に溶接層を形成する水車部材の溶接方法において、溶接後の最終肉盛層表面を100～600℃の温度でピーニング処理することにより、残留応力の低減および肉盛層の低温割れの防止を図る。

【構成】 水車部材の肉盛層表面を、肉盛溶接後の冷却過程あるいは常温まで冷却後、再加熱過程のいずれかの100～600℃の温度で、その部材よりも硬度が高く、かつ1～3mm径を有する鋼やセラミックス製ショットあるいはワイヤのいずれかによりピーニング処理を施す。

【効果】 溶接継手および表面溶接肉盛層を有する機器部材表面の残留応力低減による疲労強度向上、高硬度溶接材料の適用拡大が図れる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】2つの母材を互いに溶接接合された水車部材又は母材表面に肉盛溶接層を有する水車部材において、最終溶接層表面の引張残留応力が $10\text{ kgf/mm}^2$ 以下である溶接層を有することを特徴とする水車部材。

【請求項2】2つの母材を互いに溶接接合された水車部材又は母材表面に肉盛溶接層を形成する溶接方法において、溶接後の最終肉盛層表面を $100\sim600^\circ\text{C}$ の温度でピーニング処理することを特徴とする水車部材の溶接方法。

【請求項3】請求項2に記載の前記ピーニング処理を、肉盛溶接後の冷却過程あるいは常温まで冷却後再加熱するいずれかによって行うことを特徴とする水車部材の溶接方法。

【請求項4】請求項2に記載のピーニング処理は、鋼またはセラミックス製のショットあるいはワイヤのいずれかによる施工であることを特徴とする水車部材の溶接方法。

【請求項5】鋼またはセラミックス製のショットは溶接層より硬度が高く、かつ粒径が $1\sim3\text{ mm}$ を有する球状物を、処理部材表面と球状物の噴射方向とのなす角度が $80\sim100^\circ$ であり、噴射速度が $10\sim30\text{ m/s}$ であることを特徴とする請求項4に記載の水車部材の溶接方法。

【請求項6】ワイヤは処理部材より硬度が高い $1\sim3\text{ mm}$ 径を有する鋼製で、かつ処理部材表面に圧力 $4\sim8\text{ Mpa}$ において打撃を与えることを特徴とする請求項4に記載の水車部材の溶接方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、2つの母材を互いに溶接接合される水車部材又は母材表面に溶接層を形成する水車部材の溶接方法に係り、特に、溶接継手又は表面溶接肉盛部の溶接割れ及び残留応力を低減するために、溶接後の最終肉盛層表面を所定温度でピーニング処理する溶接方法に関する。さらに、高硬度溶接材料による肉盛層の低温割れ等を防止するため、水車部材用溶接継手部等の疲労強度向上に寄与するとともに、溶接割れ性が大いいために使用が抑制されている高硬度溶接材料の適用拡大に大きく貢献できる。

## 【0002】

【従来の技術】ピーニング処理は部材表面を高硬度を有する鋼線で叩いたり、鋼やセラミックス等の高硬度ショットを衝突させたりする方法であるが、鋼材の表面硬さを上昇させると共に表面層に圧縮残留応力を与えて疲労強度を向上するため、機械部品の疲労強度増大策として、工業的に広く用いられている技術である（例えば、日本機械学会編：金属材料疲労強度の設計試料（1984））。また、これらのピーニング処理は溶接層表面の残留応力の緩和などにも利用され、さらに、最近では、

広い面積の表面応力を容易に圧縮応力に変えることから、オーステナイト系ステンレス鋼の応力腐食割れ防止にも有効な技術とされている（例えば、IRONAGE, november 22 (1973) 51）。

【0003】一方、固形物の衝突や切削的作用による摩耗やキャビテーションによる壊食等に対する耐エロージョン性を向上させるため、母材表面に高硬度溶接材料による被覆層を形成させる場合、その溶接材料の溶接性にも影響するが、溶接後の冷却途中等の肉盛層に溶接割れ及び低温割れが発生しやすくなる。また、溶接継手部や表面肉盛材に、特に、母材より熱膨張係数が小さい溶接材料を用いる場合はそれらの拘束力等により溶接部に非常に高い引張応力が発生し、部材が変形したり、肉盛層に割れを発生する確率が高くなるとともに、その表面加工性にも影響を及ぼす。そのため、特に、溶接肉盛部に発生する残留応力を低下させる目的で、溶接肉盛後の溶接継手部や表面肉盛材表面をピーニング処理されている。さらに、浸炭鋼の疲労強度向上を目的に、ピーニング処理⇒焼戻し処理⇒ピーニング処理を実施する2段階ピーニング法が特開昭61-79719号公報や特開平6-145785号公報等に開示されている。なお、これらのピーニング処理は常温において施工することが主流となっている。

【0004】しかしながら、最近、高温でピーニング処理を行うことにより、鋼材表面での再結晶と鍛錬効果によって均質で非常に安定な組織が得られることから、これらに関する研究結果が報告されている（例えば、中村、原田、牧、伊藤、星野、藤村：第42回塑加連講論（1991）173、中村、原田、牧、武：日本機械学会岐阜講論（1994）159）。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、水車機器部材の耐エロージョン性を向上するため、母材にマルテンサイト系ステンレス鋼の13Cr鋼を供し、その表面にマトリックスの硬さがビッカース硬さで $350\sim500\text{ HV}$ となり、かつ、そのマトリックス中にCr炭化物を析出させるオーステナイト系合金と炭化物系セラミックスSiCとの複合粉体溶接材料による肉盛層を、ブラズマ溶接法によって形成させたところ、溶接後の冷却途中約 $200^\circ\text{C}$ において肉盛層に割れすなわち低温割れが発生するとともに、肉盛層表面には非常に高い引張応力が残留し、表面加工性にも問題を及ぼすことが知られた。そこで、上記の従来技術を考慮し、溶接肉盛後、肉盛層表面をピーニング処理したところ、割れは防止できないものの、肉盛表面層の残留応力は低くなり、かつ、表面加工性も容易になることが明らかとなった。

【0006】本発明の目的は、2つの母材を互いに溶接接合される水車部材又は母材表面に溶接層を形成する水車部材の溶接方法において、溶接後の最終肉盛層表面を $100\sim600^\circ\text{C}$ の温度でピーニング処理し、これらの溶

接材料を実機部材表面に適用するにあたり、その部材の疲労強度の向上をより改善するために、肉盛層表面に残留する応力をより低め、さらに、特に耐エロージョン性を付与するために用いられる高硬度溶接材料の肉盛層に発生しやすい低温割れ等の欠陥を抑制することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、溶接後の溶接継手又は表面溶接肉盛部の最終肉盛表面層を100～600℃の温度でピーニング処理し、肉盛層の溶接割れ及び表面残留応力を低減する水車部材の溶接方法を提供するものである。

【0008】上記目的を達成するために、溶接継手又は表面肉盛部の溶接部材において、その肉盛溶接部材を常温まで冷却後の再加熱過程あるいは肉盛溶接後の冷却過程のいずれかの100～600℃の温度で、最終肉盛層表面を径が1～3mmを有する鋼やセラミックス製のショット粒又は鋼製のワイヤを用いてピーニング処理をしたものである。

【0009】さらに、上記のピーニング処理として、鋼やセラミックス製によるショット法を用いる場合は、処理部材より硬度が高いショット粒を角度80～100度、速度10～30m/sで噴射させることが好ましい。

【0010】また、ピーニング処理にワイヤ法を用いる場合は、処理部材より硬度が高い鋼製ワイヤを供し、圧力4～8Mpaで処理部材表面に打撃を与えることがより効果的である。

【0011】

【作用】本発明によれば、溶接後の肉盛層表面を100～600℃の温度でピーニング処理することによって、常温によるピーニング処理よりも残留応力を低減できるとともに、高硬度材料の低温割れを抑制することができる。なお、前記温度でのピーニング処理が、残留応力の軽減および高硬度肉盛層の低温割れ防止に有効である原因は明らかでないが、次のように推定される。

【0012】まず、ピーニング温度について示す。材料表面へのショットの衝突やワイヤの打撃等によるピーニング処理はその表面層のみを塑性膨張させ圧縮応力を残留させることにある。しかし、前記温度での金属材料は一般に、常温に比べ強度、硬さは低く、伸び、絞り等の延性・韌性は高くなるため、表面に外力を加えることにより、塑性ひずみの導入および変形しやすくなる。そのため、前記温度でピーニング処理を施すと、表面には常温ピーニング処理より低い圧縮応力が負荷されるものと思われる。しかし、ピーニング処理温度が100℃以下では圧縮応力を負荷する効果はあるものの、溶接後の冷却途中である200～300℃以下の温度域で生ずる溶接金属の低温割れには効果を示さない。また、ピーニング処理温度が600℃以上では応力緩和が多く、かつその後の冷却による母材との熱膨張差が働くためその効果

が小さくなる。そのため、溶接部材表面の残留応力低減のみを目的とする場合はその部材を常温まで冷却し、100～600℃に再加熱してピーニング処理を加えることが好ましい。一方、高硬度溶接金属に見られる低温割れ防止を図ることのみを目的とする場合は溶接後の冷却過程100～600℃温度域におけるピーニング処理の負荷が有効となる。ただし、この場合は残留応力の低減と溶接金属の低温割れ防止の両方に効果を発揮する。

【0013】特に、残留応力の低減と溶接金属の低温割れ防止の両方の効果を発揮するためには200～300℃が好ましい。

【0014】さらに、ショットやワイヤピーニングによる処理条件について示す。

【0015】まず、ショットやワイヤの材質は通常、常温処理で用いられている鋼およびセラミック製で発揮できるが、ワイヤの場合は抗折強度が要求されるため、鋼製が効果的である。一方、ショット粒やワイヤの硬さはその硬度が高いほど材料表面に及ぼす加工能（衝撃、打撃）が大きくなるため好ましいが、低い場合は表面応力を圧縮応力側に移行させる十分な作用力として働かない。従って、特に、鋼製ショットとワイヤの硬さは溶接肉盛表面等処理部材より硬いことが必要である。次に、ショットとワイヤの径について示す。ショットピーニングの場合のショット粒（平均粒径）が1mm以下と小さい場合は、材料表面に与える加工能（衝撃、打撃）が小さいため、圧縮側応力値や表面層下に十分な力が作用しない。3mm以上の場合は、処理表面層は平滑化されやすいが、肉盛層表面等凹部への作用効果が小さくなり表面に均一な加工能を与えなくなる。一方、ワイヤピーニングの場合、そのワイヤ径による効果はショットピーニングのショット粒と同じ作用を示すが、特に、径が1mm以下と小さい場合は、処理表面層の捲れ等を積層した変質層が生じ、応力は開放されるものの金属層としての機能を有しない処理表面層が生じやすい。

【0016】また、ショットピーニングのショット噴射速度は10m/s以下では材料表面に与えるエネルギーが十分作用せず、30m/s以上では作用力は増加するものの、衝突角度にもよるが、処理部材表面に切削的摩擦損傷による減肉等の問題が生じる。その問題を防ぐためには衝突角度を約90度にする必要があり、このため角度80～100度の領域以外ではショット噴射力による運動エネルギーが残留応力を低減する十分な作用力として発揮させることはできない。

【0017】ワイヤピーニングの打撃圧力はあまり低い場合は効果が低く、あまり高いと過剰な作用力となるため材料表面の特性に効果的ではない。従って、装置仕様にもよるが、4～8Mpaの範囲内での打撃力が効果的に作用する。

【0018】

【実施例】

(実施例1)以下、本発明における実施例をしめす。組成が重量比で、C:1.45%, Si:3.85%, Mn:7.52%, Ni:3.75%, Cr:16.8%, Co:5.98%, Mo:1.51%, N:0.16%, Fe:残からなる合金粉体溶接材料を粉体プラズマ溶接装置により水車部材に肉盛した結果に基づき説明する。表1に粉体プラズマ溶接条件を示す。

【0019】

【表1】

表 1

溶 接 電 流	150A
溶 接 速 度	50mm/min
プラズマガス流量	2リットル/min
シールドガス流量	15リットル/min
パウダー量	20g/min
ワイピング幅	18mm

【0020】なお、上記の合金粉体材料は溶接によって、ビッカース硬さで350~400HVを有するマト\*

表 2

ショットピーニング		ワイヤピーニング	
ショット径	2	ワイヤ径:数	2mm, 29本
噴射速度	25m/h	打撃数	4000回/min
空気圧力	6kg/cm <sup>2</sup>	空気圧力	6kg/cm <sup>2</sup>
時 間	5min/cm <sup>2</sup>	時 間	0.5min/cm <sup>2</sup>

【0025】なお、応力測定は肉盛層の両端部と中央部の3ヶ所にひずみゲージ3を貼付け、切断法により、肉盛層表面のみの残留応力を求めた。

【0026】図1に肉盛層表面の残留応力測定結果を示す。図より明らかなように、常温及び再加熱処理のみで、ピーニングしていないものは、常温ピーニング又は高温ピーニングしているものより残留応力が高く、また加熱温度が高くなるに伴い残留応力は低減している。

【0027】次にショットピーニングの場合、常温ではショットピーニングを実施しないものと比べ残留応力が低減しており、高温ショットピーニングを実施したものは、温度の増加に伴い、さらに、残留応力が低減している。

【0028】ワイヤピーニングの場合は、上記のものより、さらに残留応力が低減している。常温ではワイヤピーニングを実施しないものと比べ残留応力が低減しており、高温ワイヤピーニングを実施したものは、温度の増加に伴い、さらに残留応力が低減している。また、溶接

\*リックス中に、Crを主とする炭化物を析出した混合組織の肉盛層を呈する。

【0021】溶接材料と母材がほぼ同じ熱膨張係数である場合の肉盛層表面残留応力に及ぼす高温ピーニング処理の効果について検討した。図2に水車部材としての母材への溶接肉盛と残留応力測定位置の概要を示す。母材1には板厚50mm、幅100mm、長さ200mmを有するSUS304(18Cr-8Ni鋼)を供し、その表面中央部長手方向に1ビード(長さ150mm、幅18mm)

10 一層盛(厚さ3mm)の肉盛溶接層2を設けた。

【0022】その溶接部材の溶接後の冷却過程中等である約200℃の温度の際に、高温ワイヤピーニング処理を実施し、残留応力を測定した。

【0023】また、その溶接部材を室温まで冷却した後(1)常温及び再加熱処理のみ、(2)常温及び再加熱高温ショットピーニング処理、(3)常温及び再加熱高温ワイヤピーニング処理と3通りにおける残留応力を測定した。測定時の再加熱処理及び高温ピーニング処理は、200℃、400℃および600℃で実施した。この際のピーニング処理条件を表2に示す。

【0024】

【表2】

後の冷却過程中等である約200℃の温度の際に、高温ワイヤピーニング処理を実施した場合にも同様に残留応力が低減している。

【0029】ワイヤは、本実施例ではJIS規格のピアノ線を使用した。その組成は、C:0.6~0.9, Si:0.12~0.32, Mn:0.8~0.9, P:<0.025, S:<0.025, Cu:<0.2及び残部Feであり、約HV300程度の物を用いた。

【0030】このように、再加熱後の高温ピーニング処理表面層の残留応力は溶接後の常温ピーニング処理材に比べ、ピーニング処理温度が高くなるほど低くなっている。また、溶接後の冷却中に処理した表面残留応力は、溶接後に常温まで冷却し、再加熱処理した部材表面より効果は少ないものの、常温ピーニング処理材よりは残留応力が低減している。

【0031】すなわち、本実施例によると、約10(kgf/mm<sup>2</sup>)以下に残留応力を低減することができる。

【0032】以上のように、残留応力が、従来、おおよ

そ20~35kgf/mm<sup>2</sup>であったものをおおよそ15~10kgf/mm<sup>2</sup>に低減でき、溶接層の疲労強度の向上ができた。

【0033】(実施例2)溶接材料より母材の熱膨張係数が小さい場合について、高温ピーニング処理を実施し、母材には水車部材として用いられるSUS403(13Cr鋼)を供した。溶接肉盛方法は、実施例1と同じ条件とした。

【0034】その結果、肉盛溶接後、その部材を常温まで冷却中、約150~200℃の温度に達した時に、肉盛層に割れが発生した。

【0035】そこで、再肉盛溶接し、その冷却過程の200℃に達した温度でワイヤピーニング処理を施した。その結果、溶接肉盛層には割れは観察されなかつた。以上のことにより、高温でのピーニング処理は溶接材料の低温割れ防止にも有効に作用することが明らかである。

【0036】(実施例3)本発明の主要な構成要素である肉盛層表面への高温ピーニング処理をフランス水車で実施した例を示す。

【0037】図3に示すフランス水車を製作した。図3は水車の断面図、図4は図3のX方向からみた時のランナの斜視図を示す。本水車の動翼である水車ランナ本体はクラウン4、シュラウド5、羽根6、ランナコーン7、ガイドベーン8、ステーベーン9、ランナライナ10及びシートライナ11を主体に構成されているが、特に河川水と接する機器部材表面に耐エロージョン性を有する肉盛溶接層が設けられる。そこで、水車を構成する各機器部材表面に前述した粉体溶接材料による肉盛層(ビッカース硬さでHV約400)を形成させ、その溶接部に適用した。なお、この肉盛層を形成させるための問題点は母材と溶接材料の熱膨張係数の違いによる肉盛部の割れ発生にある。

【0038】次に、肉盛溶接後高温でのピーニング処理を適用した機器部材について示す。図5(a)は、水と接する水車ランナの作用面側(図3のP)羽根6の両端入口部、図5(b)は水車ランナの反作用面側(図4のR)羽根6の両端入口部と出口外側(図5のE)、図6はガイドベーン8及び、図7はシートライナ11である。その処理方法は羽根を5Ni-13Cr鋼、ガイドベーン8とシートライナ11を13Cr鋼のマルテンサイト系ステンレス鋼製とし、その表面に実施例1に示す合金粉体を用い、表1のプラズマ溶接条件によって溶接肉盛層2を形成させ、その冷却過程の250~300℃の温度領域でワイヤピーニング処理を表2の条件で付加して常温まで冷却した。その後、肉盛表面層を機械加工した。また、図8に関する各ライナ類にも同様に肉盛層を形成し、ワイヤピーニング処理を施し、機械加工による仕上げを行った。その結果、溶接層には割れ等の異常が認められず疲労強度が向上した良質な部品が得られた。

【0039】そこで、これらの部品を組立て図3に示す水車を製作した。この水車を土砂を含む河川水を利用する水力発電所で実機運転したところ、良好な耐エロージョン性を示し、従来より疲労強度が優れた水車を製造できた。

【0040】(実施例4)本発明の主要な構成要素である肉盛層表面への高温ピーニング処理をベルトン水車で実施した例を示すが、本発明はこれに限定されない。

【0041】図8に示すベルトン水車を製作した。図8は、水車の断面図を示すが、本水車のエロージョン損傷による対策が重要なのは導入される河川水の流量を調整するニードルバルブを構成するニードル12の先端部外周面とノズル13の先端部内周面及びその噴流水を受けるバケット14の内周面である。そこで、この機器部材をマルテンサイト系ステンレス鋼、すなわちニードル12とノズル13を13Cr鋼、バケット14を5Ni-13Cr鋼製とし、その表面に実施例1に示す合金粉体を供し、表1のプラズマ溶接条件によって溶接肉盛層2を形成し、その冷却過程の250~300℃の温度領域でワイヤピーニング処理を表2の条件で付加して常温まで冷却した。その後、肉盛り表面層を機械加工による仕上げを行った。その結果、溶接層には割れ等の異常が認められず疲労強度が向上した良質な部品が得られた。図9と図10にその状況概要を示す。次に、これらの部品を組立て図8に示す水車を製作した。この水車を土砂を含む河川水を利用する水力発電所での実機運転したところ、実施例3と同様、従来の材料技術より優れた水車が製造できた。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように、2つの母材を互いに溶接接合される水車部材又は母材表面に溶接層を形成する水車部材の溶接方法において、溶接後の最終肉盛層表面を100~600℃の温度でピーニング処理することにより、肉盛部材表面に生ずる残留応力を低減することができた。さらに、高硬度溶接材料による肉盛層の低温割れ等を防止するため、回転機器部材用溶接継手部等の疲労強度向上に寄与するとともに、溶接割れ性が大きいために使用が抑制されている高硬度溶接材料の適用拡大に大きく貢献できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】肉盛層表面のピーニング温度と残留応力との関係を示す図である。

【図2】母材への溶接肉盛と残留応力測定位置の概要を示す図である。

【図3】本発明の実施例であるフランス水車の断面図を示す図である。

【図4】図3のX方向からみた時の水車ランナの斜視図を示す。

【図5】水と接する水車ランナの作用面側及び反作用面側を示す。

9

【図6】本発明の実施例であるフランシス水車のガイドベーンを示す。

【図7】本発明の実施例であるフランシス水車のシートライナを示す。

【図8】本発明の実施例であるベルトン水車の断面図を示す。

【図9】本発明の実施例であるベルトン水車のニードルバルブ周辺部を示す。

\*

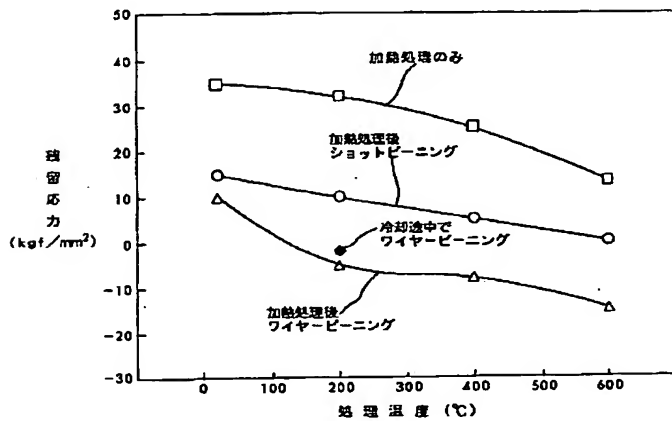
10

\*【図10】本発明の実施例であるベルトン水車のバケットを示す。

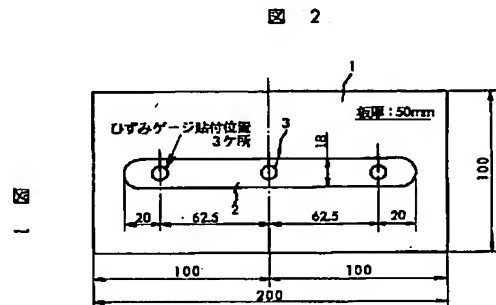
【符号の説明】

1…母材、2…溶接肉盛層、3…ひずみゲージ、4…クラウン、5…シュラウド、6…羽根、7…ランナコーン、8…ガイドベーン、9…ステーベーン、10…ランナライナ、11…シートライナ、12…ニードル、13…ノズル、14…バケット。

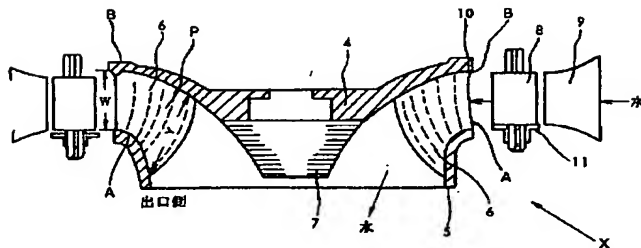
【図1】



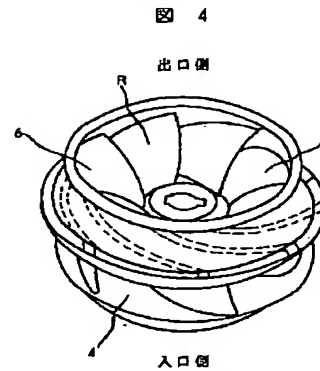
【図2】



【図3】

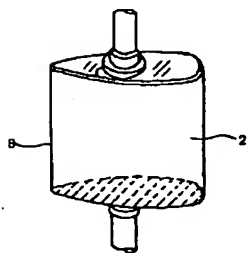


【図4】



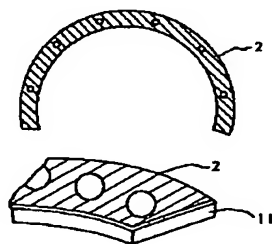
【図6】

図 6



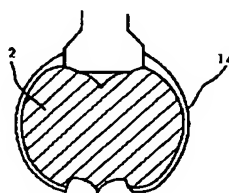
【図7】

図 7



【図10】

図 10

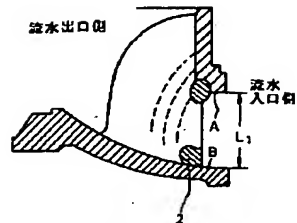


【図5】

図 5

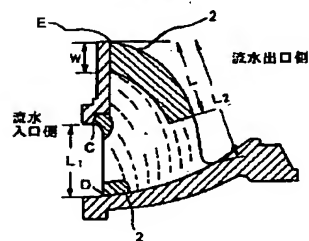
(a)

作用面



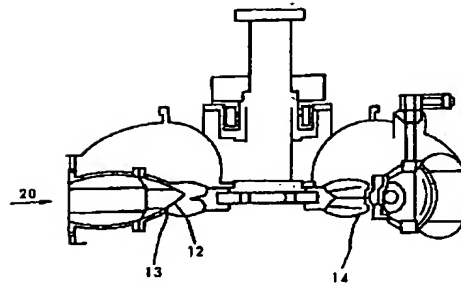
(b)

反作用面



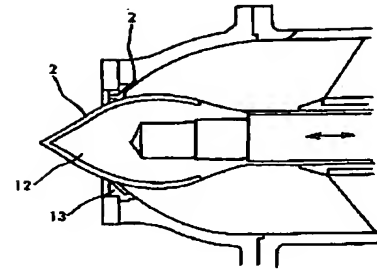
【図8】

図 8



【図9】

図 9



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

B 2 4 C 11/00

// C 2 1 D 7/06

識別記号

弁内整理番号

9270-4K

F I

B 2 4 C 11/00

C 2 1 D 7/06

技術表示箇所

C

Z

(72)発明者 万代 利彦

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

(72)発明者 芦沢 康二

東京都千代田区内幸町1丁目1番3号 東京電力株式会社内

(72)発明者 中沢 智

東京都千代田区内幸町1丁目1番3号 東京電力株式会社内



